

# Analisis Laju Korosi pada Sistem Energi Listrik Alternatif Berbasis Elektrolit Air Laut

Sinta Setiani Pangestu<sup>(1)\*</sup>, Gurum Ahmad Pauzi<sup>(1)</sup>, Sri Wahyu Suciwati<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung  
Bandar Lampung 35145

\*E-mail koresponden: [sintasetiani89@gmail.com](mailto:sintasetiani89@gmail.com)

Diterima (9 Agustus 2017), Direvisi (28 Agustus 2017)

**Abstract.** *It has been realized an instrument of generating electric power by using a series of Cu-Zn electrode and two different electrolyte types, that are pure seawater and seawater that has been filtered and added sodium bicarbonate (NaHCO<sub>3</sub>). The instrument is designed to do charging and discharging seawater electrolyte manually. Electrolyte cell consist of 20 cell with 20 pairs of copper and zinc electrodes arranged in series. The instrument measurements are measuring the illumination of LED 3 watts and mass of zinc electrode. The instrument was tested for 72 hours with three times electrolyte charging every 24 hours. The result showed that the illumination were generated by instrument with both of electrolyte will decrease by time. The seawater was filtered and added NaHCO<sub>3</sub> can turn on 3 watts LED longer than the pure seawater. On the third day, corrosion rate of zinc electrode with pure seawater electrolyte is 9 times higher than seawater was filtered and added NaHCO<sub>3</sub>.*

**Keywords:** *Seawater, Electrode, Corrosion, Sodium Bicarbonate (NaHCO<sub>3</sub>).*

**Abstrak.** Telah direalisasikan alat yang mampu menghasilkan energi listrik menggunakan elektroda Cu-Zn dengan dua elektrolit berbeda yaitu air laut dan air laut yang telah disaring dan ditambahkan NaHCO<sub>3</sub>. Desain alat dirancang agar dapat dilakukan pengisian dan pengosongan elektrolit secara manual. Sel elektrolit yang digunakan terdiri atas 20 sel yang dirangkai secara seri dan terdapat sepasang elektroda Cu-Zn dalam setiap sel. Pengukuran yang dilakukan adalah pengukuran intensitas cahaya LED 3 watt dan massa elektroda. Pengujian dilakukan selama 72 jam dengan tiga kali pengisian elektrolit setiap 24 jam. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa intensitas cahaya yang dihasilkan alat menggunakan kedua jenis elektrolit semakin lama dipakai akan semakin menurun. Penggunaan elektrolit dengan penambahan NaHCO<sub>3</sub> dapat menghidupkan lampu LED 3 watt lebih lama dari penggunaan air laut tanpa sodium bikarbonat. Pada hari ketiga, laju Korosi elektroda yang dihasilkan alat dengan elektrolit air laut 9 kali lebih besar dibandingkan laju korosi yang dihasilkan alat dengan elektrolit air laut yang telah disaring serta ditambahkan NaHCO<sub>3</sub>.

**Kata kunci:** Air Laut, Elektroda, Korosi, Sodium Bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>).

---

## PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan pokok masyarakat dan menjadi penunjang di segala aspek kehidupan dan pembangunan nasional, termasuk peningkatan taraf hidup. Ketergantungan masyarakat terhadap energi listrik semakin tinggi, seiring berjalannya waktu dan berkembangnya teknologi. Seperti diketahui, bahwa sumber energi yang berasal dari fosil ini semakin menipis persediaannya, sehingga semakin lama semakin berkurang dan tidak dapat

diperbaharui lagi. Untuk mengatasi menipisnya persediaan energi listrik tersebut, diperlukan sebuah terobosan untuk memanfaatkan energi lain dengan mengembangkan sumber-sumber energi terbarukan [1]. Air laut merupakan campuran 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam dan gas-gas terlarut.

Air Laut mengandung senyawa NaCl tinggi dan oleh H<sub>2</sub>O didekomposisi menjadi Na<sup>+</sup> dan Cl<sup>-</sup>. Dengan keberadaan partikel bebas, dapat menghasilkan listrik.

Munculnya arus listrik oleh muatan bebas dapat digunakan sebagai sumber energi listrik dengan metode selvolta [2]. Pengujian desain dan aplikasi sistem elektrik berbasis elektrolit air laut sebagai sumber energi alternatif menggunakan rangkaian elektroda Cu-Zn menghasilkan karakteristik elektrik yang semakin menurun dan elektroda yang digunakan mengalami korosi [3]. Peristiwa korosi mengakibatkan degradasi material khususnya logam menjadi senyawa yang kurang bermanfaat [4]. Peningkatan daya listrik pada bahan elektrolit dapat dilakukan dengan penambahan sodium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ), karena semakin banyak kandungan ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{HCO}_3^-$ , maka akan semakin besar dalam menghantarkan arus listrik [5]. Salah satu upaya dalam penekanan laju korosi dapat dilakukan dengan penyaringan atau filtrasi air laut karena korosi dapat dipengaruhi oleh mikroorganisme laut dan beberapa partikel padat pada air laut [6].

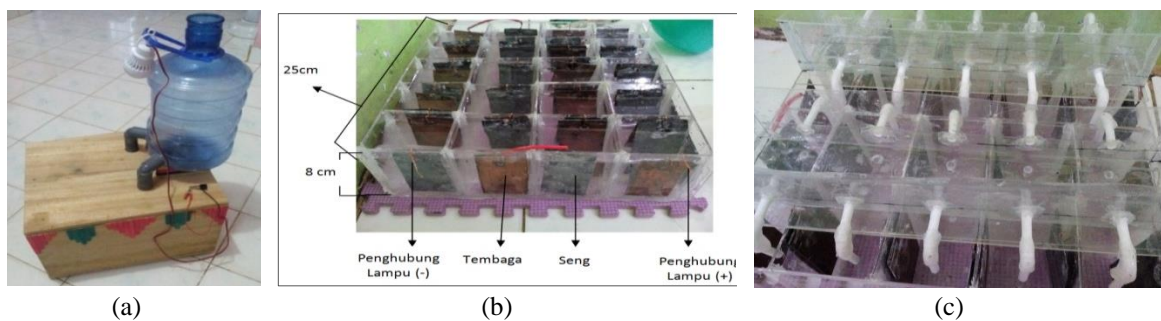
Pada penelitian ini dilakukan penekanan laju korosi elektroda menggunakan metode penyaringan air laut, dan dilakukan penambahan sodium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ). Sistem ini didesain dengan 20 sel air laut dengan sistem tertutup, kemudian elektroda Cu-Zn dimasukkan pada sel tersebut dengan volume air laut 200 ml setiap sel. Metode yang dilakukan diharapkan dapat mengurangi laju korosi pada elektroda seng agar didapatkan hasil yang optimal dalam sistem elektrik elektrolit air laut ini.

## METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian dimulai dengan pembuatan sistem sel elektrolit dari bahan akrilik berketebalan 2 mm dengan masing-masing sel berukuran  $6 \times 5$  cm sebanyak 20 sel dan diintegrasikan dengan sepasang elektroda Cu-Zn. Alat didesain agar dapat dilakukan pengisian dan pengosongan larutan elektrolit 200 ml air laut pada setiap sel setiap 24 jam sekali. Alat ini dilengkapi dengan wadah penampung dan pembagi air yang langsung membagi air ke setiap sel seperti pada **Gambar 1**. Untuk menguji energi listrik alat tersebut, diberikan sebuah lampu untuk mengetahui intensitas cahaya yang dihasilkan.

Elektrolit yang digunakan adalah elektrolit air laut saja dan elektrolit air laut yang disaring dan ditambahkan sodium bikarbonat. Penyaringan air laut menggunakan filter air berukuran 0,3 mikron. Kemudian melakukan pelarutan sodium bikarbonat sebanyak 2 gr – 24 gr dalam 200 ml air laut untuk mencegah terbentuknya endapan.

Setelah pelarutan tersebut, sodium bikarbonat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 12 gr atau sekitar 5,8%. Selanjutnya dilakukan pengukuran massa elektroda seng sebanyak 3 buah untuk setiap jenis elektrolit yang digunakan dan diukur setelah 24 jam, 48 jam, dan 72 jam.



**Gambar 1.** Realisasi Alat (a) Tampak Luar; (b) Tampak dalam; (c) Pembagi air

Pengujian alat menggunakan LED 3 watt dengan mengukur intensitas cahaya LED setiap 4 jam sekali selama 72 jam menggunakan luxmeter. Setelah 24 jam pengujian, dilakukan pembersihan elektroda menggunakan alkohol 70% dan dibilas menggunakan aquades untuk menghilangkan korosi pada elektroda, kemudian diukur kembali massa elektroda tersebut menggunakan neraca digital. Setelah itu diperoleh selisih massa elektroda sebelum digunakan dan sesudah digunakan sehingga dapat diperoleh laju korosi dengan menggunakan persamaan berikut.

$$laju\_korosi = \frac{KW}{ADT} \tag{1}$$

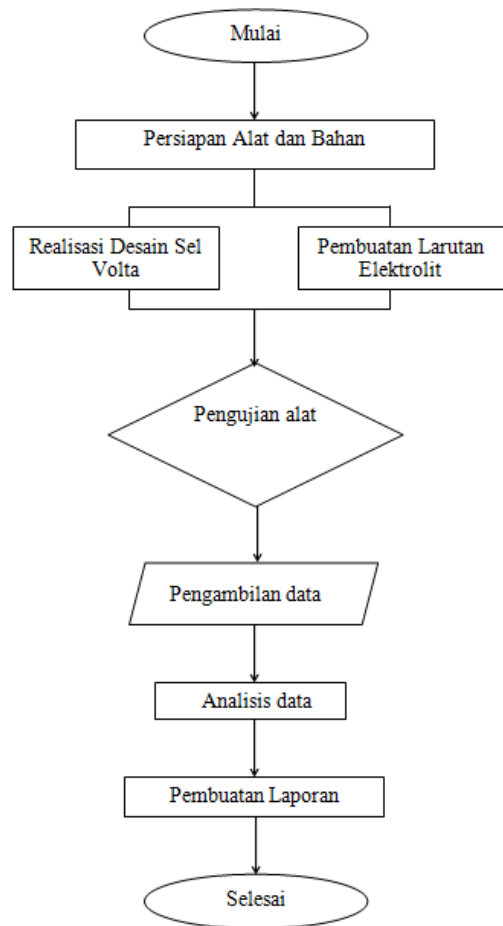
Dimana,  $K$  = Konstanta laju korosi,  $W$  = Selisih massa (gr),  $T$  = Waktu perendaman (jam),  $A$  = Luas permukaan (cm<sup>2</sup>),  $D$  = Densitas Seng (gr/cm<sup>3</sup>).

Diagram Alir penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 2**.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Analisis Pengujian Intensitas Cahaya

Setelah dilakukan pengujian alat menggunakan lampu LED 3 watt serta pengambilan data setiap 4 jam sekali selama 72 jam atau 3 hari berturut-turut diperoleh data intensitas cahaya dan waktu pada **Tabel 1**.

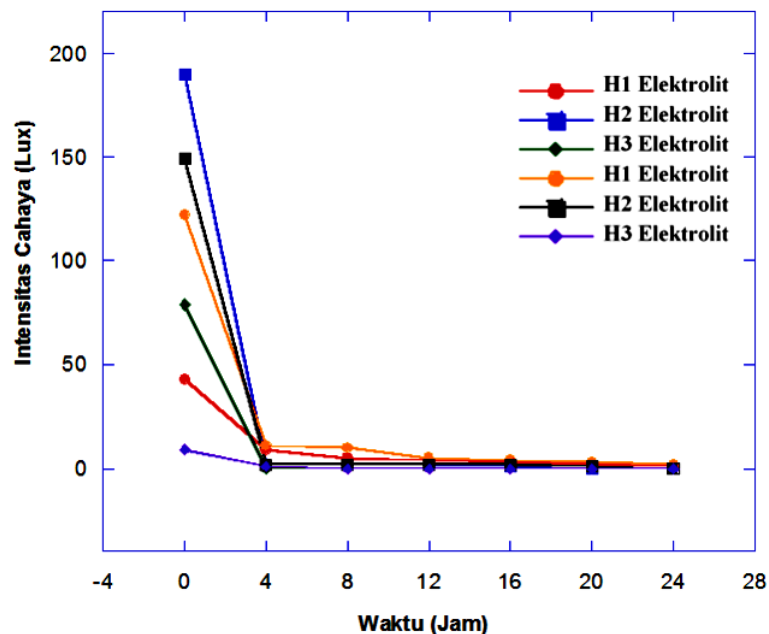


**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan data yang diperoleh, maka hubungan intensitas cahaya terhadap waktu elektrolit air laut dapat terlihat pada **Gambar 3**. Berdasarkan grafik pada **Gambar 3**, semakin lama alat digunakan baik menggunakan elektrolit air laut saja maupun air laut setelah disaring dan ditambahkan sodium bikarbonat, nilai intensitas cahaya yang dihasilkan akan semakin menurun. Hal ini dapat disebabkan karena adanya penurunan ionisasi dari elektrolit tersebut sehingga ion-ion pada elektrolit sudah tidak mampu secara maksimal menghantarkan arus listrik dari elektroda.

**Tabel 1.** Data Intensitas Cahaya dan Waktu

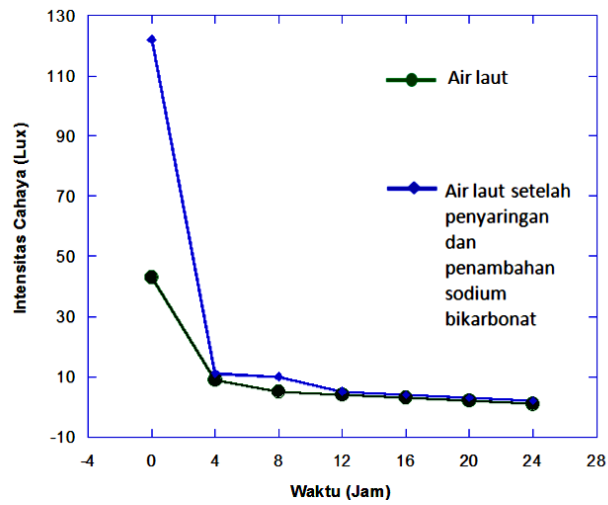
Waktu (Jam)	Intensitas Cahaya (Lux)					
	Air Laut			Air Laut setelah penyaringan dan penambahan sodium bikarbonat		
	Hari Ke-			Hari Ke -		
	I	II	III	I	II	III
0	43	190	79	122	149	9
4	9	2	0	11	2	1
8	5	2	0	10	2	0
12	4	2	0	5	2	0
16	3	1	0	4	2	0
20	2	0	0	3	1	0
24	1	0	0	2	0	0



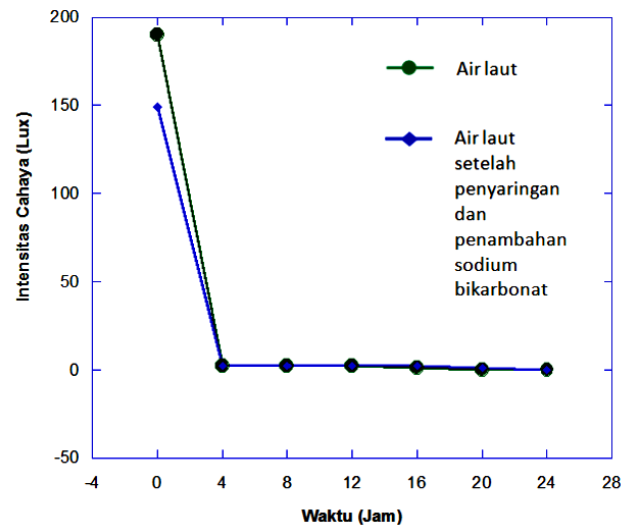
**Gambar 3.** Grafik Intensitas Cahaya dan Waktu pada Elektrolit 1 (Air Laut) dan Elektrolit 2 (Air Laut setelah disaring dan ditambahkan sodium bikarbonat) hari pertama, kedua, dan ketiga

Pada grafik, nilai intensitas cahaya pada hari kedua selalu lebih tinggi dibandingkan hari pertama karena kadar garam pada pengujian kedua di dalam sel elektrolit lebih banyak dibandingkan pada pengujian pertama dimana pada saat pengujian pertama kondisi sel elektrolit masih dalam keadaan bersih sedangkan pada saat pengujian kedua, terdapat sisa endapan garam dari elektrolit pada pengujian pertama. Pada hari ketiga, nilai intensitas cahaya mengalami penurunan yang disebabkan karena

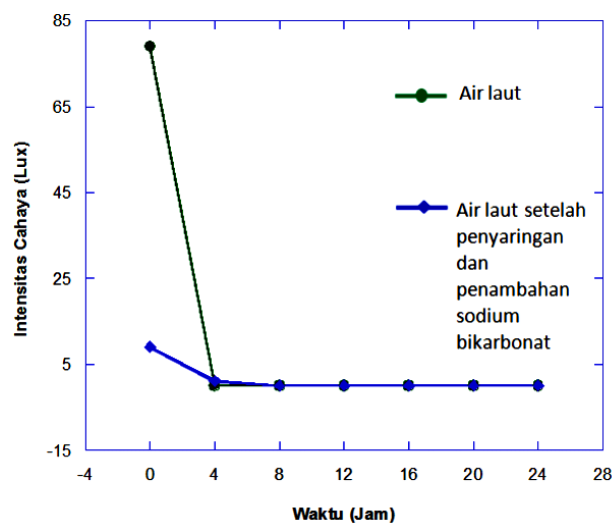
terbentuknya lapisan hitam pada tembaga yang dicelupkan pada elektrolit air laut dan adanya lapisan sodium bikarbonat pada elektroda seng yang dicelupkan pada elektrolit air laut setelah disaring dan ditambahkan sodium bikarbonat. Adapun grafik perbandingan antara elektrolit air laut dan elektrolit air laut setelah penyaringan dan penambahan sodium bikarbonat ditunjukkan pada **Gambar 4**, **Gambar 5**, dan **Gambar 6**.



Gambar 4. Grafik Perbandingan Intensitas Cahaya kedua elektrolit pada pengujian pertama



Gambar 5. Grafik Perbandingan Intensitas Cahaya kedua elektrolit pada pengujian kedua



Gambar 6. Grafik Perbandingan Intensitas Cahaya kedua elektrolit pada pengujian ketiga

Berdasarkan grafik pada **Gambar 4**, **Gambar 5**, dan **Gambar 6**, nilai intensitas cahaya LED dari elektrolit air laut sebagian besar lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan elektrolit air laut dengan penambahan sodium bikarbonat, namun saat pemakaian hari kedua pada jam ke 6 dan hari ketiga pada jam ke 4, elektrolit air laut tanpa sodium bikarbonat sudah tidak dapat menyalakan lampu LED sedangkan elektrolit yang menggunakan sodium bikarbonat masih menghasilkan nyala lampu LED sebesar 1 Lux. Berdasarkan analisis tersebut dapat dinyatakan bahwa elektrolit air laut menghasilkan nyala yang lebih terang namun penurunan energi listriknya lebih cepat dibandingkan air laut yang menggunakan sodium bikarbonat. Sehingga dapat dinyatakan bahwa Penggunaan Air laut yang ditambahkan Sodium bikarbonat dapat membuat waktu nyala lampu LED 3 watt lebih lama dibandingkan penggunaan elektrolit air laut tanpa sodium bikarbonat.

### Analisis Laju Korosi

Korosi merupakan peristiwa kerusakan atau penurunan kualitas suatu logam yang disebabkan terjadinya reaksi dengan lingkungan [8]. Berdasarkan Pengujian

selama 3 hari diperoleh laju korosi selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam. Laju korosi yang diperoleh berdasarkan perhitungan menggunakan **Persamaan 1** disajikan dalam **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

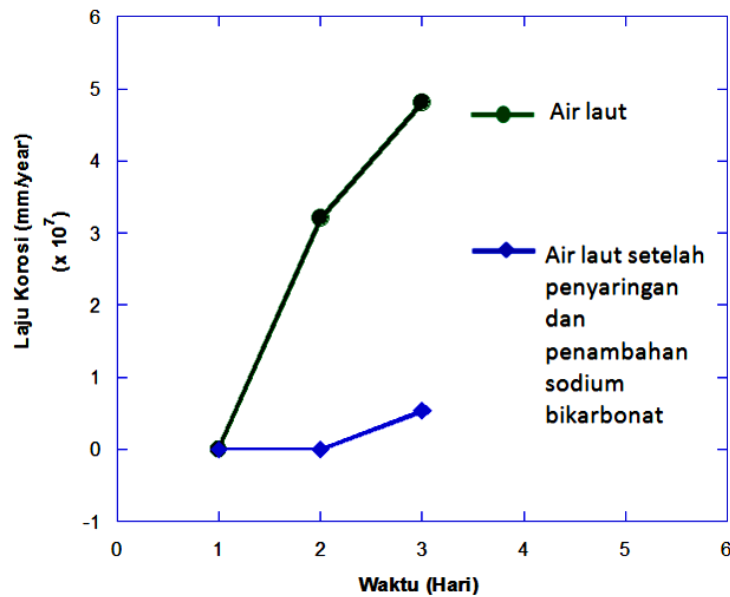
Berdasarkan data yang diperoleh, maka grafik Laju Korosi terhadap waktu dari penggunaan kedua elektrolit ditunjukkan pada **Gambar 7**. Berdasarkan grafik pada **Gambar 7**, seiring berjalannya waktu, elektroda seng terus mengalami korosi. Korosi tidak dapat dihindari, tetapi lajunya dapat dikendalikan [9]. Laju korosi elektroda seng yang menggunakan elektrolit air laut jauh lebih besar dibandingkan laju korosi pada elektroda seng yang menggunakan elektrolit air laut setelah melalui tahap penyaringan dan penambahan sodium bikarbonat. Air Laut merupakan media yang korosif. Penyebab korosi yang terjadi di air laut antara lain adalah kandungan  $Cl^-$  yang cukup tinggi [10]. Menurut penelitian yang telah dilakukan, elektroda seng yang menggunakan elektrolit air laut setelah penyaringan dan penambahan sodium bikarbonat memiliki laju korosi lebih kecil disebabkan karena adanya lapisan tebal pada permukaan elektroda seng oleh endapan sodium bikarbonat. Elektroda seng setelah 72 jam terlihat pada **Gambar 8**.

**Tabel 2.** Data Pengukuran Laju Korosi Elektrolit Air Laut

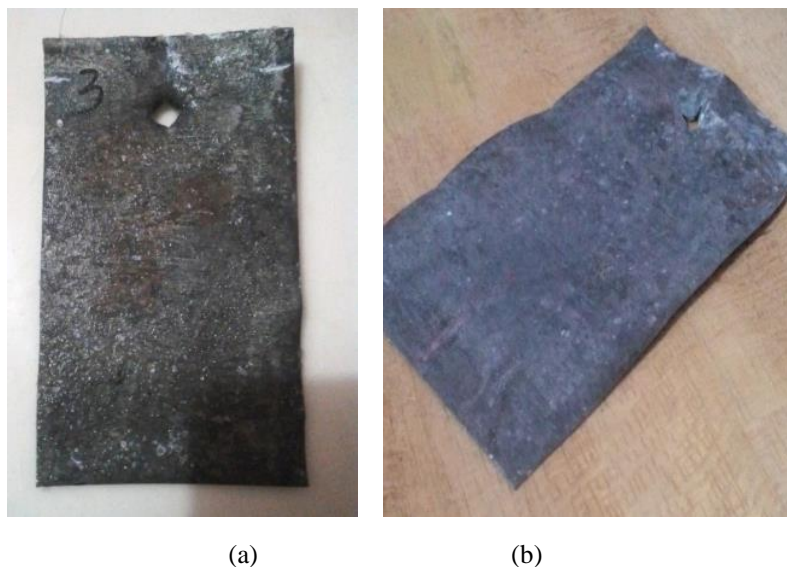
Luas Permukaan (cm <sup>2</sup> )	Waktu (hari)	W <sub>0</sub> (gr)	W <sub>1</sub> (gr)	W (gr) (W <sub>0</sub> - W <sub>1</sub> )	Laju korosi (mm/y)
28 cm <sup>2</sup>	1	7,91	7,91	0	0.00
28 cm <sup>2</sup>	2	7,38	7,34	0.04	3,2028 x 10 <sup>7</sup>
28 cm <sup>2</sup>	3	7,12	7,03	0.09	4,8101 x 10 <sup>7</sup>

**Tabel 3.** Data Pengukuran Laju Korosi Elektrolit Air Laut setelah disaring dan ditambahkan Sodium Bikarbonat

Luas Permukaan (cm <sup>2</sup> )	Waktu (hari)	W <sub>0</sub> (gr)	W <sub>1</sub> (gr)	W (gr) (W <sub>0</sub> - W <sub>1</sub> )	Laju Korosi (mm/y)
28 cm <sup>2</sup>	1	7.33	7.33	0	0.00
28 cm <sup>2</sup>	2	7.25	7.25	0	0.00
28 cm <sup>2</sup>	3	7.32	7.31	0.01	0,5344 x 10 <sup>7</sup>



Gambar 7. Grafik Perbandingan Laju Korosi dari kedua elektrolit



Gambar 8. Elektroda Seng setelah 72 jam pada (a) Air laut saja; (b) Air laut setelah disaring dan ditambahkan Sodium Bikarbonat

Walaupun sebelum penelitian kadar sodium bikarbonat telah diuji coba ternyata sodium bikarbonat dapat membentuk endapan setelah beberapa saat sehingga endapan tersebut turun ke dasar air dan sebagian menempel pada permukaan elektroda.

Apabila Endapan sodium bikarbonat yang menempel tersebut dibersihkan dari permukaan seng, endapan tersebut tidak mengangkat lapisan seng atau dengan kata lain tidak menghilangkan massa seng tersebut. Sehingga laju korosi yang dihasilkan menjadi lebih kecil.

Endapan tersebut terbentuk dikarenakan sodium bikarbonat yang dicampur dengan air laut membentuk endapan baru. Hal ini sesuai dengan referensi [11] yang menyatakan bahwa jika larutan dan garam padat yang dilarutkan di dalamnya mempunyai ion yang sama, maka kelarutan garam akan berkurang. Kelarutan adalah jumlah zat yang larut dalam volume tertentu dan suhu tertentu. Jika kelarutan berkurang maka akan terbentuk endapan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan yaitu Laju korosi elektroda seng berhasil dihambat dengan penyaringan dan penambahan sodium bikarbonat namun nilai intensitas cahaya semakin lama semakin menurun. Lapisan Sodium Bikarbonat dapat melindungi permukaan seng dari korosi namun menghambat konduktivitas elektrik logam. Laju Korosi elektroda seng pada alat yang menggunakan elektrolit air laut saja jauh lebih tinggi dibandingkan laju korosi elektroda seng yang menggunakan elektrolit air laut setelah penyaringan dan penambahan sodium bikarbonat. Selain menekan laju korosi, penyaringan dan penambahan sodium bikarbonat dapat menambah lama waktu nyala lampu LED

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Supian, Suhendar, and R. Fahrizal, "Studi Pemanfaatan Arus Laut Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif di Wilayah Selat Sunda," *J. SETRUM*, vol. 2, no. 1, pp. 49–57, 2013.
- [2] S. Fariya and S. Rejeki, "Seacell ( Sea Water Electrochemical Cell ) Pemanfaatan Elektrolit Air Laut Menjadi Cadangan Sumber Energi Listrik Sebagai Penerangan Pada Sampan," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 10, no. 1, pp. 44–58, 2015.
- [3] J. Aristian, *Desain dan Aplikasi Sistem Elektrik Berbasis Elektrolit Air Laut Sebagai Sumber Energi Alternatif Berkelanjutan*. Bandar Lampung: Universitas Lampung, 2016.
- [4] A. Wahyuningsih, Y. Sunarya, and S. Aisyah, "Metenamina Sebagai Inhibitor Korosi Baja Karbon Dalam Lingkungan Sesuai Kondisi Pertambangan Minyak Bumi," *J. Sains dan Teknol. Kim.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–29, 2010.
- [5] E. Marlina, S. Wahyudi, and L. Yuliati, "Produksi Brown Gas Hasil Elektrolisis H<sub>2</sub>O dengan Katalis NaHCO<sub>3</sub>," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 53–58, 2013.
- [6] J. Anggono, S. Tjitro, and V. R. Palapessy, "Studi Perbandingan Kinerja Anoda Korban Paduan Aluminium dengan Paduan Seng dalam Lingkungan Air Laut," *J. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 2, 1999.
- [7] A. International, *Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*. United States, 2004.
- [8] S. R. Irianty and M. P. Sembiring, "Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Gambir dengan Pelarut Etanol-Air terhadap Laju Korosi Besi Pada Air Laut," *J. Ris. Kim.*, vol. 5, no. 2, pp. 165–174, 2012.
- [9] E. Budiyanto, D. A. Setiawan, H. Supriadi, and Ridhuan, "Pengaruh Jarak Anoda-Katoda Pada Proses Elektroplating Tembaga Terhadap Ketebalan Lapisan dan Efisiensi Katoda Baja AISI 1020," *J. TURBO*, vol. 5, no. 1, 2016.
- [10] A. A. Karim and Z. A. Yusuf, "Analisa Pengaruh Penambahan Inhibitor Kalsium Karbonat dan Tapioka terhadap Tingkat Laju



- Korosi pada Pelat Baja Tangki Ballast Air Laut,” *J. Ris. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 10, no. 2, pp. 205–212, 2012.
- [11] D. W. Oxtoby, H. P. Gillis, and N. H. Nachtrieb, *Kimia Modern*. Jakarta: Erlangga, 2001.

